

DOI: 10.5846/stxb201604230770
杨红玉,王明元,游晓朝.植物共生信号的文献计量分析.生态学报,2017,37(14):4913-4918.

植物共生信号的文献计量分析

杨红玉[1],王明元[1,*],游晓朝[1],刘建福[2]
1 华侨大学园艺系,厦门 361021
2 华侨大学园艺科学与工程研究中心,厦门 361021

摘要:利用 Science Citation Index 引文数据库检索 2006—2015 年间植物共生信号研究的文献,分别从植物共生信号研究的国家、机构的发文量、被引频次、高被引论文及研究方向等进行统计分析,从文献计量学的角度分析近 10 年来植物共生信号研究的发展状况。结果显示 2006—2015 年间共有植物共生信号文献 3724 篇,近 10 年来文献量逐渐增多,主要研究方向是植物科学、微生物学、生物化学与分子生物学、遗传学等。美国、法国、德国等国家在该领域内影响力大,中国近几年在该领域的研究动态也比较活跃,但距离世界先进水平还有一定的差距。由此可见,植物共生信号研究日益引起人们的关注,美国等发达国家在该领域占有绝对优势,中国还处在起步阶段,应进一步提高对该领域研究的关注和研究水平。

关键词:植物共生信号;Web of Science;文献计量学

植物与土壤微生物的共生关系在自然界中普遍存在,共生是生物适应自然环境的一种必然现象,得到了国内外学者广泛的研究[1]。共生体的形成对改善植物水分吸收、矿质营养、代谢调节以及增强抗逆性等均有一定的促进作用[2-3]。在自然界不良环境因素对农林业生产的影响日趋增多的今天,植物与微生物的共生关系成为学者越来越多的研究领域,利用二者共生的技术也逐步投入实际应用。

为了解国际对植物共生关系研究的总体水平以及我国与世界先进水平的差距,了解该领域的发展趋势及研究动态,方便科技工作者掌握本领域的研究现状,面对海量的研究文献,使用传统的综述方法很难进行全面分析,最好的手段就是用系统、精准的文献计量方法进行统计分析[4]。文献计量学以其严谨的数量分析方法、令人信服的分析结果被公认为定量测度基础科学活动、学科布局以及学科发展动态的重要方法之一[5]。Web of Science(WOS)是美国 Thomson Reuters 公司基于 web 平台开发的产品,是全球最大、覆盖学科最多的综合性学术信息资源,收录了自然科学、工程技术、生物医学等各个研究领域超过 12000 多种最具影响力的核心学术期刊。利用 WOS 丰富而强大的检索功能进行文献计量学统计分析,可以全面把握某一学科、某一课题最新的研究信息,跟踪国际学术前沿、科研立项,以及在课题研究过程中及时了解国际动态[6]。目前已应用于各学科分析,安嘉璐等用于合成生物学研究[7];Fu 等用于固态废弃物方面研究[8];Behrens 等用于数学学科分析[9];赵庆龄等用于土壤重金属污染研究[10];刘彬等用于园艺学基础研究发展状况分析等[11],得到了广大学者的认可。

本文使用引文数据库 WOS 检索 2006—2015 年有关植物共生信号的文献,对植物共生信号在世界范围内研究居前的国家(地区)、高被引论文、研究机构等进行文献计量分析,以了解对植物共生信号的国际研究动态,从而对我国在该方面的研究提供参考依据。

基金项目:国家自然科学基金(31101512)
收稿日期:2016-04-23; **网络出版日期**:2017-03-02
* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: w_mingyuan@163.com.

1 数据来源和统计分析

本文以 WOS 中的 Science Citation Index Expanded 为数据来源，以“plant AND symbiont OR symbiosis AND signal”作为主题词，时间限定在 2006—2015 年进行检索文献。使用美国科学情报研究所（ISI）出版的期刊引证报告 JCR（Journal Citation Reports）统计功能和 excel，以文献计量学的方法分别从植物共生信号研究的国家、研究方向、机构、年代等方面对检出的文献进行统计分析。其中，发文量：科研工作者、科研机构或国家在一定时间内的总发文量。被引频次：科研工作者、科研机构或国家在一定时间内的总引用篇次。篇均被引频次：科研工作者、科研机构或国家在一定时间内的被引频次与发文量的比值。*H* 指数（*H*-index）：科研工作者、科研机构或国家在一定时间内，发表的论文至少有 *H* 篇的被引频次大于或等于 *H* 次。

2 结果与分析

2.1 植物共生信号文献产出前 10 位国家分析

在 SCI-Expanded 中，2006—2015 年以植物共生信号为主题的文献共检索到 5449 篇。从文献的国家/地区分布（表 1）可以看出，美国、法国、德国为发文量前三甲国家，其中美国处于领先地位，其论文产出量约占发表总数的 19.46%，远远高于其他国家和地区。中国的论文产出数量为 187 篇，约占发表总数的 3.44%，排名第 6，不及美国的 1/6。2006—2010 年间，中国排名在此 10 个国家/地区之后，与美国差距甚大，但是在 2011—2015 年间，中国跃居第 4 名，说明近几年中国在该领域的研究比较活跃，科研能力不断提高。

表 1 2006—2015 年以植物共生信号为主题的 SCI 收录文献量排名前 10 位的国家

Table 1 The top 10 most productive countries of papers on signal in plant symbiosis published in SCI-indexed journals in 2006—2015

排名 Rank	2006—2015				2006—2010			2011—2015		
	国家/地区 Country/Region	记录数 Record acount	比例/% Percent	篇均被引频次 Average cited times	国家/地区 Country/Region	记录数 Rcord acount	比例/% Percent	国家/地区 Country/Region	记录数 Record acount	比例/% Percent
1	美国 USA	1060	19.46	31.96	美国 USA	440	30.47	美国 USA	620	27.20
2	法国 France	382	7.01	35.82	法国 France	141	9.77	法国 France	241	10.57
3	德国 Germany	307	5.64	35.81	德国 Germany	117	8.11	德国 Germany	190	8.34
4	英国 England	241	4.43	46.76	英国 England	104	7.21	中国 China	143	6.28
5	日本 Japan	214	3.93	31.07	日本 Japan	87	6.03	英国 England	137	6.01
6	中国 China	187	3.44	11.95	加拿大 Canada	72	4.99	日本 Japan	127	5.57
7	西班牙 Spain	169	3.11	21.74	法国 Spain	65	4.51	意大利 Italy	115	5.05
8	加拿大 Canada	171	3.14	23.89	澳大利亚 Australia	64	4.44	西班牙 Spain	104	4.57
9	意大利 Italy	163	3.00	19.16	意大利 Italy	48	3.33	加拿大 Canada	99	4.35
10	澳大利亚 Australia	156	2.87	27.73	瑞士 Switzerland	45	3.12	澳大利亚 Austialia	92	4.04

2.2 文献的研究方向分析

通过对文献研究方向的分析，可以了解植物共生信号的主要研究内容。经统计，在 2006—2015 年间，该领域研究方向较多的是植物科学（2029 篇）、微生物学（1564 篇）、生物化学与分子生物学（1554 篇）、遗传学（1480 篇）、环境及生物科学（758 篇）和细胞生物学（723 篇）（表 2）。

文献被引用次数常被用来作为文献学术水平和影响力的评价指标[12]，从篇均被引次数和 h 指数可以看出，2011—2015 年间在此 6 个研究方向文献数量增加的同时，文献的质量明显的降低。此外，2006—2015 年间，在该领域文献记录数排名前 10 位的国家，在植物科学、微生物学、生物化学及分子生物学 3 个研究方向的分布也有一定的差异（表 3）。在植物科学方面，美国、法国和德国的文献占文献总数的 5%以上，而中国仅有 2.57%；在微生物学方面，美国所占的比例最高，其他国家均在 1%—3%左右；在生物化学与分子生物学方面，

美国与法国所占的比例较高。其中,中国在该 3 个研究方向中,植物科学方面的文献数较高,说明中国在应用研究中所做的工作相对较多。

表 2　2006—2015 年以植物共生信号为主题的 SCI 收录文献量排名前 6 的研究方向

Table 2　The top 6 most productive research areas on signal in plant symbiosis published in SCI-indexed journals in 2006—2015

研究方向 Research areas	2006—2015				2006—2010				2011—2015			
	记录数 Record account	比例/% Percent	篇均被引次数 Average cited times	h 指数 h-index	记录数 Record account	比例/% Percent	篇均被引次数 Average cited times	h 指数 h-index	记录数 Record account	比例/% Percent	篇均被引次数 Average cited times	h 指数 h-index
植物科学 Plant Sciences	2029	37.24	28.89	104	829	57.41	50.88	100	1200	52.64	13.70	55
微生物学 Microbiology	1564	28.71	29.51	93	627	43.43	51.54	87	937	41.10	14.77	53
生物化学与分子生物学 Biochemistry Molecular Biology	1554	28.52	33.39	100	642	44.46	57.39	93	912	40.00	16.50	52
遗传学 Genetics Heredity	1480	27.16	32.07	93	621	43.01	54.62	88	859	37.68	15.76	51
环境及生物科学 Environmental Sciences Ecology	758	13.91	25.18	65	271	18.77	49.91	61	487	21.36	11.42	37
细胞生物学 Cell Biology	723	13.27	36.71	81	308	21.33	55.46	72	415	18.21	22.79	49

2.3　植物共生信号文献产出前 10 位机构分析

通过对文献所属机构进行分析,可以发现有关植物共生信号研究的高产出大学及研究机构,从而有利于机构间的合作。按机构的发文量进行排序(表 4),从表中可以看出植物共生信号文献产出前 8 位的机构中有一半来自法国,是植物共生信号研究机构最多的国家,其次是美国,西班牙在该领域中也占有一席之地。其中法国的国家科学研究院表现最为突出,发文量多达 245 篇,h 指数高达 48,无论是发文量还是 h 指数均居于首位,显示出其在植物共生信号研究的绝对领先地位。而篇均被引次数最多的是法国的图卢兹大学,也充分显示了该研究机构在此领域的重要影响力。

表 3　2006—2015 年以植物共生信号为主题的 SCI 收录文献量排名前 10 位的国家在部分研究方向的文献比例分布/%

Table 3　The distribution of SCI papers proportion on signal in plant symbiosis in part research areas of top 10 cuontries in 2006—2015

排名 Rank	国家/地区 Country/Region	植物科学 Plant Sciences	微生物学 Microbiology	生物化学及分子生物学 Biochemistry molecular biology
1	美国 USA	12.82	13.24	10.75
2	法国 France	7.02	3.39	4.64
3	德国 Germany	6.02	2.43	2.96
4	英国 England	3.90	1.92	3.29
5	日本 Japan	3.75	2.18	2.51
6	西班牙 Spain	3.26	1.92	2.19
7	澳大利亚 Australia	3.01	0.84	1.81
8	意大利 Italy	2.76	2.31	1.55
9	中国 China	2.57	1.79	1.10
10	加拿大 Canada	2.57	1.54	1.23

在中国,发文量最高的科研机构是中国科学院,发文量为 49 篇,超过第 2 的南京农业大学 34 篇(表 5)。篇均引用次数超过 10 的科研机构只有两家,分别是中国科学院(11.02)和浙江大学(12.15),与表 4 中其他国

家科研机构的篇均引用次数比起来还有一定的差距,说明中国的植物共生信号文献的整体质量水平不高。结合篇均引用次数和 h 指数分析,中国科学院在植物共生信号研究上综合实力较强。

表 4 2006—2015 年以植物共生信号为主题的 SCI 收录文献量世界排名前 8 位的研究机构

Table 4 The top 10 most productive institutions of papers on signal in plant symbiosis published in SCI-indexed journals in 2006—2015

排名 Rank	研究机构 Institution	国家 Country	记录数 Record account	比例/% Percent	篇均被引次数 Average cited times	*h* 指数 *h*-index
1	国家科学研究院 Centre national de la recherche scientifique	法国	245	8.191	36.58	48
2	国家农业研究院 Institut national de la recherche agronomique	法国	219	7.389	31.52	40
3	美国加州大学 University of California system	美国	143	4.948	38.61	36
4	西班牙高等科研理事会 Consejo superior de Investigaciones Cientificas	西班牙	93	3.143	20.23	23
5	图卢兹大学 Universite de Toulouse	法国	85	2.842	41.44	29
6	威斯康星大学系统 University of Wisconsin System	美国	83	2.842	28.05	27
7	美国农业部 United States Department Of Agriculture	美国	79	2.842	31.58	23
8	研究与发展研究所 Institut De Recherche Pour Le Developpement	法国	77	2.675	21.26	21

表 5 2006—2015 年以植物共生信号为主题的 SCI 收录文献数中国排名前 5 位的研究机构

Table 5 The top 5 most productive institutions in China on signal in plant symbiosis published in SCI-indexed journals in 2006—2015

排名 Rank	研究机构 Institution	记录数 Record account	比例/% Percent	篇均被引次数 Average cited times	*h* 指数 *h*-index
1	中国科学院 Chinese Academy Of Sciences	49	26.35	11.02	12
2	南京农业大学 Nanjing Agricultural University	15	8.07	9.53	7
3	华中农业大学 Huazhong Agricultural University	14	7.57	9.93	7
4	浙江大学 Zhejiang University	13	1.63	12.15	5
5	中国农业科学院 Chinese Academy Of Agricultural Sciences	11	5.95	9.00	4

2.4 植物共生信号高被引文献分析

被引频次反映了科研论文被其他国家、机构、学者的认可度,被引频次越高,说明论文的影响力越大,学术水平和论文质量越高[13-14]。高被引论文有利于追踪某个领域最热门的研究专业领域和最新的发展方向[4]。由表 6 可知,美国高被引论文所占比例以 35.45%,居 10 个国家之首,德国以 16.41%的比例居第 2,这 2 个国家的高被引论文所占比例均总值超过世界总值的一半,法国和英国高被引论文所占比例也均超过世界平均水平。

2.5 植物共生信号文献年度分布

文献产出的数量在一定程度上可反映学科领域科学研究和发展的活跃度[15]。按年份统计(表 7),植物共生信号文献量每年呈明显上升趋势,2006—2015 年间,世界文献总量从 239 篇增加到 480 篇,增幅为 100%。其中中国文献总量从 6 篇增加到 43 篇,增加了近 6 倍,远高于整体增幅,占世界植物共生信号文献总量的比例也从 3.21%上升到 23%,也就是说,在 2015 年全球大约每 4 篇植物共生信号文献中,就有一篇来自中国。

表 6　2006—2015 年以植物共生信号为主题的 SCI 收录高被引论文数世界排名前 10 位的国家

Table 6　The top 10 most productive countries of highly cited papers on signal in plant symbiosis published in SCI-indexed journals in 2006—2015

国家 Country	记录数 Record account	比例/% Percent	篇均被引次数 Average cited times	h 指数 h-index
美国 USA	67	35.45	167.05	48
德国 Germany	31	16.41	153.52	26
法国 France	30	15.88	178.33	27
英国 England	28	14.82	148.96	24
日本 Japan	19	10.06	121.11	18
荷兰 Netherlands	18	9.53	214.72	17
西班牙 Spain	11	5.82	120.91	10
瑞士 Switzerland	10	5.30	204.80	9
澳大利亚 Australia	10	5.30	161.90	10
苏格兰 Scotland	9	4.77	117.78	8

表 7　2006—2015 年以植物共生信号为主题的 SCI 收录文献量年度排布

Table 7　The annual distribution of papers on signal in plant symbiosis published in SCI-indexed journals in 2006—2015

出版年 Publication year	所有文献 Total		中国的文献 Paper of China	
	记录数 Record account	比例 Percent/%	记录数 Record account	比例 Percent/%
2015	480	12.89	43	23.00
2014	480	12.89	27	14.44
2013	469	12.60	31	16.58
2012	450	12.09	27	14.44
2011	401	10.77	15	8.03
2010	354	9.51	15	8.03
2009	325	8.73	11	5.89
2008	271	7.28	6	3.21
2007	255	6.85	6	3.21
2006	239	6.42	6	3.21
2011—2015	2280	61.23	143	76.47
2006—2010	1444	38.78	44	23.53

3　结论与讨论

通过对 Web of Science 中 2006—2015 年植物共生信号文献的主要国家、主要研究机构、研究方向、高被引文献、年发文量进行分析,得出以下结论:

近年来植物共生信号相关研究文献逐渐增多,引起世界各国的重视。

从国家、机构的发文量和被引频次看,国家科研机构和高校是植物共生信号发文量的主角,且美国、法国、德国在该领域的研究处于世界领先地位。高被引论文数排行前三的是美国、德国与法国,在植物共生信号研究领域有着非常强的国际影响力和话语权。美国的发文数量和发文质量均居榜首,研究机构较多。而中国是植物共生信号研究起步较晚的国家,与美国差距甚大。近几年中国在该领域的研究动态较活跃,发文数量跃居世界第四,但是论文的篇均被引频次及高被引文献数均远远落后,缺乏高质量、高影响力的论文。国内,从植物共生信号文献的质量来看,无论是篇均引用频次还是 h 指数,质量较高的是中国科学院,但是国际综合影响力和竞争力离世界先进水平还有一定的差距,亟待通过加强经费投入、人才引进、加强国际合作,推动我国植物共生信号的研究,缩短与国际水平的差距,提高我国在该领域的影响力。

从研究方向上来看,植物共生信号研究目前的热点是植物科学。由于学科交叉性,植物学、微生物学、遗传学等生物学各个研究领域甚至其他学科的学者都可以进行植物共生信号的相关研究,导致了该领域的研究

力量的相对分散。同时,学科的交叉也意味着该领域的研究成果可以在多种学科的专业期刊上发表。

Web of Science 数据库收录了全球 12000 余种世界权威的、高影响力的学术期刊,最早可以回溯至 1900 年,是获取全球学术信息重要的数据库[16]。该数据库以其具有的强大的统计与分析功能,在快速锁定高影响力论文、发现国内外同行权威所关注的研究方向、揭示课题的研究趋势、选择合适的期刊投稿等方面显示出很强的优势,能够帮助科研人员更好地把握研究的突破与创先点,及时跟踪科研动态,已经越来越广泛的被科研人员所采用[4]。

参考文献(References):

[1] Balestrini R, Bonfante P. Cell wall remodeling in mycorrhizal symbiosis: a way towards biotrophism. Frontiers in Plant Science, 2014, 201(4): 237.

[2] 赵青华, 孙立涛, 王玉, 丁兆堂, 李敏. 丛枝菌根真菌和施氮量对茶树生长、矿质元素吸收与茶叶品质的影响. 植物生理学报, 2014, 50(2): 164-170.

[3] Fellbaum C R, Mensah J A, Cloos A J, Strahan G E, Pfeffer P E, Kiers E T, Bücking H. Fungal nutrient allocation in common mycorrhizal networks is regulated by the carbon source strength of individual host plants. New Phytologist, 2014, 203(2): 646-656.

[4] 张娟, 王宁, 张以民, 李云霞. 基于 Web of Science 的国际柑橘黄龙病文献计量分析. 果树学报, 2014, 31(6): 1139-1146.

[5] 邱均平. 文献计量学. 武汉: 武汉大学出版社, 1988.

[6] 齐青. Web of Science 的检索和应用. 图书馆工作与研究, 2013, 1(2): 110-112.

[7] 安嘉璐, 田玲, 周艳玲, 陈丹霞, 鹿子康. 基于 Web of Science 的合成生物学文献计量分析. 现代生物医学进展, 2015, 15(1): 139-144, 170-170.

[8] Fu H Z, Ho Y S, Sui Y M, Li Z S. A bibliometric analysis of solid waste research during the period 1993-2008. Waste Management, 2010, 30(12): 2410-2417.

[9] Behrens H, Luksch P. Mathematics 1868—2008: a bibliometric analysis. Scientometrics, 2011, 86(1): 179-194.

[10] 赵庆龄, 路文如. 土壤重金属污染研究回顾与展望——基于 web of science 数据库的文献计量分析. 环境科学与技术, 2010, 33(6): 105-111.

[11] 刘彬, 邓秀新. 基于文献计量的园艺学基础研究发展状况分析. 中国农业科学, 2015, 48(17): 3504-3514.

[12] 杨俊丽. 基于 SCI 的河南农业大学科技论文统计分析. 科技管理研究, 2012, 32(11): 132-135.

[13] 张静. 引文、引文分析与学术论文评价. 社会科学管理与评论, 2008, (1): 33-38.

[14] 杨苹, 顾东蕾, 马世平. 基于 Web of Science 的罕用药文献计量分析. 上海医药, 2015, 36(11): 50-53

[15] 杨金凤, 张缨. 基于 Web of Science 的 PM2.5 文献计量分析. 卫生职业教育, 2015, 33(18): 154-156.

[16] 袁飞, 李珑. 小议 Web of Science 检索技巧——以 SCIE 为例. 现代情报, 2013, 33(5): 62-65.